



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2001年 8月14日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2001-246092

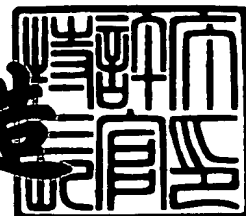
出 願 人  
Applicant(s):

株式会社ソニー・コンピュータエンタテインメント

2001年 9月12日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3084237

【書類名】 特許願

【整理番号】 SCEI01090

【提出日】 平成13年 8月14日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G06T 17/50  
G06F 7/58

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂7丁目1番1号 株式会社ソニー・コン  
ピュータエンタテインメント内

【氏名】 岡 正昭

【特許出願人】

【識別番号】 395015319

【氏名又は名称】 株式会社ソニー・コンピュータエンタテインメント

【代理人】

【識別番号】 100099324

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴木 正剛

【選任した代理人】

【識別番号】 100108604

【弁理士】

【氏名又は名称】 村松 義人

【選任した代理人】

【識別番号】 100111615

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐野 良太

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2000-246508

【出願日】 平成12年 8月15日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 031738

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0109233

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 図形データ生成方法、図形生成装置及びその構成品

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 X、Y、Z 座標値に基づく 3 次元図形の形状特徴を表す図形データを生成する装置において実行される方法であって、

前記 3 次元図形の形状を特定するための形状特定点の X、Y 座標値を定め、

この X、Y 座標値を種 (seed) として乱数を発生させ、

発生した乱数に基づいて当該形状特定点の Z 座標値を算定し、

この Z 座標値と当該形状特定点の X、Y 座標値とに基づいて前記図形データを生成することを特徴とする、

図形データ生成方法。

【請求項 2】 X、Y、Z 座標値に基づく 3 次元図形の形状特徴を表す図形データを生成する装置において実行される方法であって、

前記 3 次元図形の形状を特定するための複数の形状特定点の間に新たな形状特定点を定め、

この新たな形状特定点の X、Y 座標値を算定するとともに、この X、Y 座標値を種 (seed) として乱数を発生させ、

発生した乱数に基づいて当該新たな形状特定点の Z 座標値を算定し、

これにより得られた新たな形状特定点の X、Y、Z 座標値を含んで前記図形データを生成することを特徴とする、

図形データ生成方法。

【請求項 3】 前記新たな形状特定点の X、Y 座標値が、その基となる 1 対の形状特定点の点間の midpoint の X、Y 座標値であることを特徴とする、

請求項 2 記載の図形データ生成方法。

【請求項 4】 前記新たな形状特定点の X、Y 座標値が、その基となる 2 対の形状特定点の各々を XY 平面上に射影したときに射影面上に形成される四角形の第 1 辺の midpoint と前記第 1 辺に対向する第 2 辺の midpoint とを結ぶ仮想線の midpoint の X、Y 座標値であることを特徴とする、

請求項 2 記載の図形データ生成方法。

【請求項 5】 X、Y 座標値の各々を種とする相互に異なる 2 種類の乱数発生関数を用いて前記乱数を生成することを特徴とする、

請求項 1 ～ 4 のいずれかの項記載の図形データ生成方法。

【請求項 6】 X、Y 座標値に基づく 2 次元図形の形状特徴を表す図形データを生成する装置において実行される方法であって、

前記 2 次元図形の形状を特定するための複数の形状特定点を X 軸上に射影したときに隣接することになる 1 対の形状特定点の間に新たな形状特定点を定め、

この新たな形状特定点の X 座標値を乱数の種 (seed) として乱数を発生させ、発生した乱数に基づいて前記新たな形状特定点の Y 座標値を算定し、

これにより得られた新たな形状特定点の X、Y 座標値を含んで前記図形データを生成することを特徴とする、

図形データ生成方法。

【請求項 7】 その形状特徴が複数の形状特定点の各々の位置によって特定される 2 次元又は 3 次元の図形を生成する装置であって、

入力された種 (seed) に応じてその値が定まる乱数を発生させる乱数発生手段と、前記複数の形状特定点の位置を決定する決定手段とを備え、

前記複数の形状特定点のうち少なくとも一部の形状特定点の位置は、既定の座標値と可変の座標値とによって表されるものであり、

前記決定手段は、いずれかの前記形状特定点における前記既定の座標値を前記種 (seed) として前記乱数発生手段に乱数を発生させ、この乱数に基づいて前記可変の座標値を算定することで当該形状特定点の位置を決定するように構成されていることを特徴とする、

図形生成装置。

【請求項 8】 前記決定手段は、前記既定の座標値が複数の場合に、それぞれの座標値毎に異なる乱数発生関数を用いて前記乱数を発生させるように構成されていることを特徴とする、

請求項 7 記載の図形生成装置。

【請求項 9】 前記図形が X、Y、Z 座標値に基づく 3 次元図形であり、前記既定の座標値はいずれかの前記形状特定点の X、Y 座標値であり、

前記可変の座標値は当該形状特定点のZ座標値であることを特徴とする、  
請求項7記載の図形生成装置。

【請求項10】 前記図形がX、Y座標値に基づく2次元図形であり、  
前記既定の座標値いずれかの前記形状特定点のX座標値であり、  
前記可変の座標値は当該形状特定点のY座標値であることを特徴とする、  
請求項7記載の図形生成装置。

【請求項11】 前記図形が、同一地点に複数種類の経路で到達する可能性  
がある3次元のフラクタル図形であることを特徴とする、  
請求項7記載の図形生成装置。

【請求項12】 前記複数の形状特定点の少なくとも一部の形状特定点につ  
いてのX、Y、Z座標値を保持する保持手段と、

この保持手段から読み出した1対の形状特定点のX、Y、Z座標値に基づき各  
形状特定点の位置を特定するとともに特定した形状特定点間を結ぶ仮想線の中点  
を新たな形状特定点として生成する形状特定点生成手段とをさらに備え、

前記決定手段は、前記新たな形状特定点のX、Y座標値を前記種 (seed)とし  
て前記乱数発生手段に乱数を発生させ、この乱数に基づいて当該新たな形状特定  
点のZ座標値を算定することで当該新たな形状特定点の位置を決定するように構  
成されていることを特徴とする、

請求項9記載の図形生成装置。

【請求項13】 前記複数の形状特定点の少なくとも一部の形状特定点につ  
いてのX、Y、Z座標値を保持する保持手段と、

この保持手段から読み出した2対の形状特定点の各々をXY平面上に射影した  
ときに射影面上に形成される四角形の第1辺の中点と前記第1辺に対向する第2  
辺の中点とを結ぶ仮想線の中点を新たな形状特定点として生成する形状特定点生  
成手段とをさらに備え、

前記決定手段は、前記新たな形状特定点のX、Y座標値を前記種 (seed)とし  
て前記乱数発生手段に乱数を発生させ、この乱数に基づいて当該新たな形状特定  
点のZ座標値を算定することで当該新たな形状特定点の位置を決定するように構  
成されていることを特徴とする、

請求項 9 記載の図形生成装置。

【請求項 1 4】 前記形状特定点生成手段は、前記新たな形状特定点の生成を外部からの指示に応じて繰り返し行うものであり、

前記決定手段は、新たな形状特定点を生成する度に前記乱数を発生させる範囲を変化させることを特徴とする、

請求項 1 3 記載の図形生成装置。

【請求項 1 5】 前記保持手段は、生成された前記新たな形状特定点の X、Y、Z 座標値を、読み出しの対象となる形状特定点として追加的に保持することを特徴とする、

請求項 1 3 記載の図形生成装置。

【請求項 1 6】 入力された種 (seed) に応じてその値が定まる乱数を発生させる乱数発生手段を備えた装置に組み込まれ、当該装置と協働で、その形状特徴が複数の形状特定点の各々の位置によって特定される 2 次元又は 3 次元の図形を生成する半導体デバイスであって、

前記複数の形状特定点のうち少なくとも一部の形状特定点の位置が、既定の座標値と可変の座標値とによって表されるものであり、

いずれかの前記形状特定点における前記既定の座標値を前記種 (seed) として前記乱数発生手段に乱数を発生させ、この乱数に基づいて前記可変の座標値を算定することで当該形状特定点の位置を決定する手段を備えていることを特徴とする、

半導体デバイス。

【請求項 1 7】 前記乱数発生手段は、前記既定の座標値が複数の場合に、それぞれの座標値毎に異なる複数の乱数発生関数を用いて前記乱数を発生させるものであることを特徴とする、

請求項 1 6 記載の半導体デバイス。

【請求項 1 8】 コンピュータを、その形状特徴が複数の形状特定点の各々の位置によって特定される 2 次元又は 3 次元の図形を生成する図形生成装置として動作させるためのコンピュータプログラムであって、

前記図形生成装置が、

入力された種 (seed) に応じてその値が定まる乱数を発生させる乱数発生手段と、前記複数の形状特定点の位置を決定する決定手段とを備え、

前記複数の形状特定点のうち少なくとも一部の形状特定点の位置は、既定の座標値と可変の座標値とによって表されるものであり、

前記決定手段は、いずれかの前記形状特定点における前記既定の座標値を前記種 (seed) として前記乱数発生手段に乱数を発生させ、この乱数に基づいて前記可変の座標値を算定することで当該形状特定点の位置を決定するものであることを特徴とする、

コンピュータプログラム。

【請求項 1 9】 請求項 1 8 記載のコンピュータプログラムが記録されている、

コンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば山や海岸線のような自然物の図形をコンピュータグラフィックスにより形成するための図形データの生成技術に係り、特に、上記の図形の形状を乱数によって決めるときの不自然な態様の発生を回避する手法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

コンピュータグラフィックスの分野では、山や海岸線のような自然物をできるだけ自然な形で表現するため、場所によって変化する図形の各場所の形状を乱数によって決めることがある。例えばビデオゲームにおいて、移動するキャラクタの背後に表す遠方の山などの図形を、より自然な形で表現したいときなどに、その図形の部分々の形状を、乱数によって決めている。

【0 0 0 3】

乱数を用いた図形形状の決定手法の一例として、フラクタル (fractal) 手法がある。フラクタル手法は、情報処理装置の内部でフラクタル図形を生成することによってCG (コンピュータグラフィックス) 画像を得る手法である。



従来、情報処理装置によるフラクタル図形の生成は、以下のようにして行われている。

まず、ソフトウェアの目的に応じてフラクタル図形の形状を特定するための複数の形状特定点を定める。各形状特定点は、例えば対象となる図形が3次元図形の場合、X軸、Y軸、Z軸からなる直交座標系内のXY平面上に射影したときに、それぞれ一又は複数の四角形の頂点に位置するように配置される。

複数の形状特定点が定まると、次に、中点分割を行う。すなわち、各形状特定点から、XY平面上に射影したときに四角形の各辺の中点となる点のX、Y座標値及びXY平面上に射影したときにその四角形の対向する辺の中点を結ぶ線の中点となる点のX、Y座標値を算定する。そして、算定されたX、Y座標値を、変化する新たな形状特定点のX、Y座標値として定める。また、乱数を発生させ、発生した乱数を用いて新たな形状特定点のZ座標値を決める。乱数は、乱数の種(seed)に応じて発生する値であり、乱数の種は乱数計算のための初期値となるため、乱数の値は乱数の種によって一意に決まる。乱数の種には、直前に発生させた乱数が用いられている。

このようにして求められた新たな形状特定点のX、Y、Z座標値及び予め配置される形状特定点のX、Y、Z座標値から3次元図形の形状を決め、これをコンピュータに接続されている外部ディスプレイ等に表現させるためのデータ(「図形データ」)にする。

新たな形状特定点のZ座標値が乱数に依存するため、生成された図形データによって表現される図形はフラクタル図形となる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

上述のように、新たな形状特定点のZ座標値が乱数によって決められているが、従来は、乱数の種として、直前に発生した乱数が用いられているため、以下のような問題があった。

【0005】

例えば、それぞれディスプレイの1画面で1ブロック分しか表示されない、複数ブロックで構成される画像内にフラクタル図形があり、ビデオゲームで登場す

るキャラクターがこの画像内を移動するような場合を想定する。この場合、キャラクターが、現在表示されているブロックから他のブロックへ移動すると、ディスプレイに表示される画面が、その移動に連動して切り替わる。フラクタル図形は、ディスプレイ上の画面が切り替わるたびに生成されるため、キャラクターが、複数のブロックでの動きを経てあるブロックの同じ地点に到達する場合であっても、そこに至るまでに通過したブロックによっては、異なる形状になることがある（本来、その形状は、どのような経路を経ても同じにならない）。これは、従来、乱数の種として、直前に発生した乱数をそのまま用いていたため、どのようなブロックを通過していったかによって異なる値になってしまうためである。

また、フラクタル図形が上記のように複数のブロックにまたがって表現される場合、そのフラクタル図形は、各ブロックの表示の切替時にそれぞれ独自に生成される。そのため、ブロックの境界部分で図形同士のつなが目が一致しないことがある。

#### 【0006】

このような問題は、フラクタル図形のみならず、その形状特定点が乱数によって決められる図形を形成する場合において共通に生じる。

本発明の課題は、上記の問題を解決する新規な技術を提供することにある。

#### 【0007】

##### 【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するため、本発明は、改良された図形データ生成方法、図形生成装置、半導体デバイス、コンピュータプログラム及び記録媒体を提供する。

#### 【0008】

本発明の図形データ生成方法は、以下のようなものである。

第1の方法は、X、Y、Z座標値に基づく3次元図形の形状特徴を表す図形データを生成する装置において実行される方法であって、前記3次元図形の形状を特定するための形状特定点のX、Y座標値を定め、このX、Y座標値を種（seed）として乱数を発生させ、発生した乱数に基づいて当該形状特定点のZ座標値を算定し、このZ座標値と当該形状特定点のX、Y座標値とに基づいて前記図形デ

ータを生成することを特徴とする。

各形状特定点のZ座標値は、個々の形状特定点のX、Y座標値により一意に決まるため、どのような経路で3次元図形を生成しても、同じ形状の図形を得ることができる。また、例えば1画面で1ブロックしか表示できない複数のブロックから構成される画像において、3次元図形が複数のブロックにまたがって存在する場合でも、各ブロックの境界部分で図形のつなぎ目が一致するようになる。

#### 【0009】

第2の方法は、X、Y、Z座標値に基づく3次元図形の形状特徴を表す図形データを生成する装置において実行される方法であって、前記3次元図形の形状を特定するための複数の形状特定点の間に新たな形状特定点を生成し、生成した新たな形状特定点のX、Y座標値を算定するとともに、このX、Y座標値を種 (seed) として乱数を発生させ、発生した乱数に基づいて当該新たな形状特定点のZ座標値を算定し、これにより得られた新たな形状特定点のX、Y、Z座標値を含んで前記図形データを生成することを特徴とする。

新たな形状特定点のZ座標値は、該新たな形状特定点のX、Y座標値により一意に決まることとなる。形状特定点から、新たに形状特定点を算定して図形の形状を決める点を増やすために、より細かい形状の図形を得ることができる。

#### 【0010】

第2の方法において、前記新たな形状特定点のX、Y座標値は、その基となる1対の形状特定点の点間の midpoint のX、Y座標値から求めることができる。また、その基となる2対の形状特定点の各々をXY平面上に射影したときに射影面上に形成される四角形の第1辺の midpoint と前記第1辺に対向する第2辺の midpoint とを結ぶ仮想線の midpoint のX、Y座標値から求めることができる。

#### 【0011】

第3の方法は、2次元の図形データの生成方法である。すなわち、X、Y座標値に基づく2次元図形の形状特徴を表す図形データを生成する装置において実行される方法であって、前記2次元図形の形状を特定するための複数の形状特定点をX軸上に射影したときに隣接することになる1対の形状特定点の間に新たな形状特定点を生成し、この新たな形状特定点のX座標値を乱数の種 (seed) として

乱数を発生させ、発生した乱数に基づいて前記新たな形状特定点の Y 座標値を算定し、これにより得られた新たな形状特定点の X、Y 座標値を含んで前記図形データを生成する。

新たな形状特定点の Y 座標値は、その新たな形状特定点の X 座標値により一意に決まる。そのために、どのような順序で図形が発生しても、常にほぼ同じ形状のものを得ることができる。また、例えば 1 画面で 1 ブロックしか表示できない複数のブロックから構成される画像において、2 次元図形が複数のブロックにまたがって存在する場合でも、各ブロックの境界部分で 2 次元図形のつなぎ目が一致するようになる。

#### 【0012】

本発明の図形生成装置は、その形状特徴が複数の形状特定点の各々の位置によって特定される 2 次元又は 3 次元の図形を生成する装置であって、入力された種 (seed) に応じてその値が定まる乱数を発生させる乱数発生手段と、前記複数の形状特定点の位置を決定する決定手段とを備えている。前記複数の形状特定点のうち少なくとも一部の形状特定点の位置は、既定の座標値と可変の座標値とによって表されるものである。前記決定手段は、いずれかの前記形状特定点における前記既定の座標値を前記種 (seed) として前記乱数発生手段に乱数を発生させ、この乱数に基づいて前記可変の座標値を算定することで当該形状特定点の位置を決定するように構成される。

「既定の座標値」とは、図形の位置が決まるとそれに伴って必然的に定まる座標値をいい、「可変の座標値」とはランダムに変動可能な座標値をいう。

決定手段では、前記既定の座標値が複数の場合には、それぞれの座標値毎に異なる乱数発生関数を用いて前記乱数を発生させるようにしてもよい。

#### 【0013】

前記図形が X、Y、Z 座標値に基づく 3 次元図形、例えば同一地点に複数種類の経路で到達する可能性がある 3 次元のフラクタル図形の場合、前記既定の座標値はいずれかの前記形状特定点の X、Y 座標値であり、前記第可変の座標値は当該形状特定点の Z 座標値である。また、前記図形が X、Y 座標値に基づく 2 次元図形の場合、前記既定の座標値はいずれかの前記形状特定点の X 座標値であり、

前記可変の座標値は当該形状特定点の Y 座標値である。

【0014】

本発明の図形生成装置における好ましい実施の形態では、前記複数の形状特定点の少なくとも一部の形状特定点についての X、Y、Z 座標値を保持する保持手段と、この保持手段から読み出した 1 対の形状特定点の X、Y、Z 座標値に基づき各形状特定点の位置を特定するとともに特定した形状特定点間を結ぶ仮想線の中点を新たな形状特定点として生成する形状特定点生成手段とをさらに備えて図形生成装置を構成する。

このような図形生成装置において、前記決定手段は、前記新たな形状特定点の X、Y 座標値を前記種 (seed) として前記乱数発生手段に乱数を発生させ、この乱数に基づいて当該新たな形状特定点の Z 座標値を算定することで当該新たな形状特定点の位置を決定するように構成される。

【0015】

あるいは、上記の保持手段と、この保持手段から読み出した 2 対の形状特定点の各々を XY 平面上に射影したときに射影面上に形成される四角形の第 1 辺の中点と前記第 1 辺に対向する第 2 辺の中点とを結ぶ仮想線の中点を新たな形状特定点として生成する形状特定点生成手段とをさらに備えて図形生成装置を構成する。

このような図形生成装置において、前記決定手段は、前記新たな形状特定点の X、Y 座標値を前記種 (seed) として前記乱数発生手段に乱数を発生させ、この乱数に基づいて当該新たな形状特定点の Z 座標値を算定することで当該新たな形状特定点の位置を決定するように構成される。

前記保持手段は、より好ましくは、生成された前記新たな形状特定点の X、Y、Z 座標値を、読み出しの対象となる形状特定点として追加的に保持するように構成される。

【0016】

本発明の半導体デバイスは、入力された種 (seed) に応じてその値が定まる乱数を発生させる乱数発生手段を備えた装置に組み込まれ、当該装置と協働で、その形状特徴が複数の形状特定点の各々の位置によって特定される 2 次元又は 3 次

元の図形を生成する半導体デバイスである。前記複数の形状特定点のうち少なくとも一部の形状特定点の位置は、既定の座標値と可変の座標値とによって表されるものである。いずれかの前記形状特定点における前記既定の座標値を前記種 (seed) として前記乱数発生手段に乱数を発生させ、この乱数に基づいて前記可変の座標値を算定することで当該形状特定点の位置を決定する手段を備えている。

## 【 0 0 1 7 】

本発明のコンピュータプログラムは、コンピュータを、その形状特徴が複数の形状特定点の各々の位置によって特定される 2 次元又は 3 次元の図形を生成する図形生成装置として動作させるためのコンピュータプログラムであり、本発明の記録媒体は、このようなコンピュータプログラムが記録されている、コンピュータ読み取り可能な記録媒体である。図形生成装置は、入力された種 (seed) に応じてその値が定まる乱数を発生させる乱数発生手段と、前記複数の形状特定点の位置を決定する決定手段とを備えるものである。前記複数の形状特定点のうち少なくとも一部の形状特定点の位置は、既定の座標値と可変の座標値とによって表される。前記決定手段は、いずれかの前記形状特定点における前記既定の座標値を前記種 (seed) として前記乱数発生手段に乱数を発生させ、この乱数に基づいて前記可変の座標値を算定することで当該形状特定点の位置を決定するものである。

## 【 0 0 1 8 】

## 【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

## &lt;情報処理装置&gt;

図 1 は、本発明が適用される情報処理装置の内部構成図である。

この情報処理装置 1 は、CPU 10、RAM で構成されるメインメモリ 11、DMAC (direct memory access controller) 12、MPEG (Moving Picture Experts Group) デコーダ (MDEC) 13、CD-ROM 又は DVD-ROM などのメディア 15 を装着するためのメディアドライブ 14、入力部 16、外部とネットワークを介して情報の送受信を行う通信制御部 (ATM) 17、BIOS などのプログラムが記憶されている ROM 18、ハードディスクなどの補助

記憶装置 20、サウンドメモリ 22 に蓄積された音データを読み出してオーディオ出力として出力する音声処理装置 (SPU (sound processing unit)) 21、フレームメモリ 32 を有する描画処理装置 (graphic processing unit、以下、「GPU」) 31 を含んで構成される。これらは、バス B を介して接続されている。

GPU 31 には、ビデオ出力信号を生成する CRTC (CRT controller) 33 が接続されている。このビデオ出力信号は、NTSC や PAL などの規格に準拠して生成され、CRTC から図示しないディスプレイに出力されるようになっている。

#### 【0019】

CPU 10 は、情報処理装置 1 の起動時に、補助記憶装置 20 から起動プログラムを読み込み、その起動プログラムを実行してオペレーティングシステムを動作させる半導体デバイスである。CPU 10 は、また、メディアドライブ 14 を制御するとともに、このメディアドライブ 14 に装着されたメディア 15 からアプリケーションプログラムやデータを読み出し、これをメインメモリ 11 に記憶させる機能を有する。さらに、メディア 15 や補助記憶装置 20 から読み出した各種データ、例えば複数の基本図形 (ポリゴン) で構成された 3 次元オブジェクトデータ (ポリゴンの頂点の座標値など) に対して、ジオメトリ処理 (座標値演算処理) を行い、そして、ジオメトリ処理によるポリゴン定義情報 (使用するポリゴンの形状及びその形成位置、ポリゴンを構成する素材の種類、色、質感等の指定) をその内容とするディスプレイリストを生成する機能も有している。

#### 【0020】

GPU 31 は、描画コンテキスト (描画用のポリゴン素材の種類、色、質感、サイズ等) を保持し、CPU 10 から通知されるディスプレイリストに従って必要な描画コンテキストを読み出してレンダリング処理 (描画処理) を行い、フレームメモリ 32 にポリゴンを描画する機能を有する半導体デバイスである。フレームメモリ 32 は、これをテクスチャメモリとしても使用できる。そのため、フレームメモリ上のピクセルイメージをテクスチャとして、描画するポリゴンに貼り付けることができる。

## 【 0 0 2 1 】

SPU 2 1 は、サウンドメモリ 2 2 から読み出した音データを合成してオーディオ出力信号を生成する半導体デバイスである。DMAC 1 2 は、バス B に接続されている各回路を対象として DMA 転送制御を行う半導体デバイスであり、MDEC 1 3 は、CPU 1 0 と並列に動作し、MPEG (Moving Picture Experts Group) 方式あるいは JPEG (Joint Photographic Experts Group) 方式等で圧縮されたデータを伸張する機能を有する半導体デバイスである。

## 【 0 0 2 2 】

入力部 1 6 は、操作装置 2 3 からの入力信号が入力される接続端子 1 9 を備えるものである。操作装置 2 3 には、複数の操作ボタンが設けられており、操作者がこれらの操作ボタンを種々多様に操作することにより、ディスプレイに表示される図形をより複雑且つ自然なものに成形したり、表示された図形の内容を確定したりすることができるようになっている。

## 【 0 0 2 3 】

## &lt; 図形生成装置の構成 &gt;

以上のような情報処理装置 1 を本発明の図形生成装置として動作させる場合の構成例について説明する。

図形生成装置は、情報処理装置 1 の CPU 1 0 及び GPU 3 1 が、補助記憶装置 2 0、ROM 1 8、メディア 1 5 その他の記録媒体に記録されている所定のコンピュータプログラムを読み込んで実行することにより実現される。ここでは、従来と同様、形状特定点間の中点分割を行いつつ乱数を用いて図形データを生成し、この図形データに基づいて描画された画像をディスプレイに表示させる場合の例を挙げる。

図 2 は、図形生成装置として動作するときの情報処理装置 1 の機能構成図である。この実施形態では、CPU 1 0 とコンピュータプログラムとにより、主制御部 1 0 0、入力制御部 1 0 2、中点分割部 1 0 3、乱数発生部 1 0 4、座標決定部 1 0 5、図形データ生成部 1 0 6 の機能ブロック (モジュール) を CPU 1 0 内に形成するとともに、CPU 1 0 内の図示しないメモリ領域に、形状特定点記憶部 1 0 1 を形成する。



また、GPU 3 1 とコンピュータプログラムとにより、GPU 3 1 内に描画制御部 3 1 1 の機能ブロック（モジュール）を形成する。

そして、形状特定点記憶部 1 0 1 に記憶された形状特定点（図形の形状を特定するための点、以下同じ）の座標値に基づいて別の新しい形状特定点を導出し、この新しい形状特定点の座標値と図形の描画に必要な情報（描画コンテキスト）の指定を含む図形データを生成する。座標値は、X 軸、Y 軸、Z 軸からなる 3 次元の直交座標系における座標値（それぞれ X 座標、Y 座標値、Z 座標値とする）である。情報処理装置 1 についての上記の説明との関係では、ポリゴンの頂点が「形状特定点」に相当し、ディスプレイリストが「図形データ」に相当する。

#### 【 0 0 2 4 】

主制御部 1 0 0 は、図形データの生成に関する機能ブロック間のデータの受け渡し、生成した図形データの GPU 3 1 への送出、形状特定点記憶部 1 0 1 への形状特定点毎の座標値の記憶及びその読み出しなどを制御する。

#### 【 0 0 2 5 】

形状特定点記憶部 1 0 1 は、複数の形状特定点の各々の座標値を記憶しておくものである。各形状特定点の座標値の持ち方としては、種々の形態がある。

例えば、デフォルト時に記憶される形状特定点の座標値はすべて既定の座標値である X、Y 座標値のみとし、後述する座標決定処理によって、可変の座標値である各形状特定点の Z 座標値が算定された場合に、その Z 座標値を形状特定点毎に更新自在に記憶するようにしてもよく、新たに形状特定点を作るための基本となるいくつかの形状特定点の X、Y、Z 座標値を既定の座標値として記憶しておき、新たな形状特定点が生成される度に、その新たな形状特定点の X、Y、Z 座標値を追加的に次の図形を形成するときの既定の座標値として記憶するようにしてもよい。X、Y 座標値のみを記憶させる場合は、図形マップのような形でテーブル化しておくこともできる。

デフォルト時の形状特定点の座標値は、操作者が任意に設定してもよく、上記のコンピュータプログラムに付随するデータ又はアプリケーションの種類によって自動的に決まるようにしてもよい。

本実施形態では、基本となるいくつかの形状特定点の X、Y、Z 座標値を形状

特定点記憶部 1 0 1 に記憶しておき、図形データを生成する際に、この形状特定点を逐次読み出して新たな形状特定点が生成して、その X、Y、Z 座標値を逐次記憶していくものとする。

#### 【 0 0 2 6 】

入力制御部 1 0 2 は、形状特定点記憶部 1 0 1 への形状特定点毎の座標値を記憶させるための制御と、外部からの指示、例えば操作装置 2 3 からの指示を受け付け、この外部指示に従って、形状特定点記憶部 1 0 1 から必要な形状特定点の座標値を取り込み、これを中点分割部 1 0 3、図形データ生成部 1 0 6 などへ送るための制御とを行う。

#### 【 0 0 2 7 】

中点分割部 1 0 3 は、外部指示に従い、図形を細分化するための中点分割を行うもので、対象となる図形の複数の形状特定点の座標値から、形状特定点間の中点の座標値を算定し、さらに、必要に応じて、中点間の中点の座標値を算定する。

#### 【 0 0 2 8 】

乱数発生部 1 0 4 は、形状特定点（中点を含む）毎の Z 座標値を決定するために用いる乱数を発生させる。乱数の種（seed）には、当該形状特定点（又は中点）の X、Y 座標値が用いられるようになっている。乱数は、所定の数値範囲内で発生させる。所定の数値範囲とは、例えば形状特定点記憶部 1 0 1 に記憶される全形状特定点の Z 座標値の標準偏差  $\sigma$  を用いた、 $\pm \sigma / 2n$ （ $n : 1, 2, \dots$ ）の範囲である。

#### 【 0 0 2 9 】

座標決定部 1 0 5 は、中点分割部 1 0 3 により決定された中点の座標値と乱数発生部 1 0 4 で発生した乱数とにより、新たな形状特定点の座標値を最終的に決定するための処理を行う。

#### 【 0 0 3 0 】

図形データ生成部 1 0 6 は、予め形状特定点記憶部 1 0 1 に記憶されている形状特定点及び新たに生成した形状特定点の座標値に基づいて描画すべき図形の形状を決め、この形状の図形についての図形データを生成する。

## 【 0 0 3 1 】

描画制御部 3 1 1 は、上記のようにして生成された図形データの入力を契機にフレームメモリ 3 2 に図形を描画する。これは、例えば複数の形状特定点によって特定される三角形又は四角形をポリゴンで描画することにより行われる。フレームメモリ 3 2 に描画されたデータは、ビデオ出力信号となって、ディスプレイに送られる。

## 【 0 0 3 2 】

## ＜図形生成装置の動作＞

次に、図形生成装置の動作を具体的に説明する。ここでは、外部指示の一例となる操作装置 2 3 からの指示に従って 3 次元フラクタル図形を作成し、これをディスプレイに表示する場合の例を挙げる。

図 3 は、この場合の図形データの生成手順を示すフローチャートである。

操作装置 2 3 からの（図形描画）指示が入力されると、主制御部 1 0 0 は、対象となる図形に関する形状特定点が既に記憶されているかどうかを調べる（ステップ S 1 0 1 : Yes、S 1 0 2）。記憶されていない場合は、指示された図形の形状を特定するための形状特定点の X、Y 座標値を算定し（ステップ S 1 0 3）、さらに、この X、Y 座標値を種（seed）として乱数発生部 1 0 4 で乱数を発生させる（ステップ S 1 0 4）。そして、この乱数に基づき当該形状特定点の Z 座標値を算定する（ステップ S 1 0 5）。

一方、形状特定点が記憶されている場合は、形状特定点記憶部 1 0 1 からすべての形状特定点の X、Y、Z 座標値を読み込む。

以上のようにしてすべての形状特定点が決まったときは、図形データ生成部 1 0 6 において各形状特定点の座標値を含む図形データを生成し、これを CPU 1 0 内のワークメモリに保存しておく（S 1 0 7）。

このような図形データによって描画される 3 次元フラクタル図形のイメージを図 4 に示す。図中、“●”で示される点が形状特定点 P 0 ～ P 3 であり、それぞれ、直交座標系における X Y 平面上に射影したときに射影面上に形成される四角形の頂点に位置するようになっている。

各形状特定点の X、Y、Z 座標値は、以下のように表される。

$$P 0 = (X P 0, Y P 0, Z P 0)$$

$$P 1 = (X P 1, Y P 1, Z P 1)$$

$$P 2 = (X P 2, Y P 2, Z P 2)$$

$$P 3 = (X P 3, Y P 3, Z P 3)$$

【 0 0 3 3 】

ここで、図形を細分化する指示が入力された場合は、中点分割部 1 0 3 で形状特定点 P 0 ～ P 3 についての中点分割処理を行う。具体的には、形状特定点 P 0 ～ P 3 を X Y 平面に射影したときに四角形の各辺の中点 Q 0 ～ Q 3 の X、Y、Z 座標値、及びこの四角形の対向する辺の中点同士を結ぶ仮想線の中点 Q 4 の X、Y、Z 座標値を算定する（ステップ S 1 0 8 : Yes、S 1 0 9）。これらの中点 Q 0 ～ Q 4 は、図 4 において“□”で示されている。

中点 Q 0 の X、Y、Z 座標値は、以下のように表される。

$$X Q 0 = (X P 0 + X P 1) / 2$$

$$Y Q 0 = (Y P 0 + Y P 1) / 2$$

$$Z Q 0 = (Z P 0 + Z P 1) / 2$$

中点 Q 1、Q 2、Q 3 の X、Y、Z 座標値も同様にして算定される。因みに中点 Q 4 の X、Y、Z 座標値は、以下のように表される。

$$X Q 4 = (X P 0 + X P 1 + X P 2 + X P 3) / 4$$

$$Y Q 4 = (Y P 0 + Y P 1 + Y P 2 + Y P 3) / 4$$

$$Z Q 4 = (Z P 0 + Z P 1 + Z P 2 + Z P 3) / 4$$

算定された各中点 Q 0 ～ Q 4 の X、Y、Z 座標値のうち、X、Y 座標値は、乱数発生部 1 0 4 に送られる。

【 0 0 3 4 】

乱数発生部 1 0 4 は、中点 Q 0 ～ Q 4 のそれぞれの X、Y 座標値を乱数の種として、乱数を発生させる（ステップ S 1 1 0）。

乱数をどのように発生させるかについては種々の手法が考えられるが、この実施形態では、2 種類の形態について例示する。

第 1 の形態は、乱数発生を 1 回だけ発生させる形態である。この形態での乱数は、例えば点 Q 0 の X、Y 座標値を種とした場合、以下のように表される。

```
seed__random (f (XQ0, YQ0)) random (1)
```

「seed\_\_random (f (XQ0, YQ0))」は、乱数発生部104に、中点Q0のX、Y座標値を乱数の種として設定することを表している。関数fは、例えば、「f (X, Y) = X \* 10000 + Y」である。「random (1)」は、「seed\_\_random (f (XQ0, YQ0))」により発生する乱数を意味する。(1)とは、乱数の数値範囲が例えば前出のZ座標値の標準偏差を $\sigma$ として $1\sigma$ の範囲であることを表す。

乱数は、各点Q0～Q4のそれぞれについて算定される。各点Q1～Q4の乱数の種は、それぞれ、以下のように表される。

【0035】

```
seed__random (f (XQ1, YQ1))
seed__random (f (XQ2, YQ2))
seed__random (f (XQ3, YQ3))
seed__random (f (XQ4, YQ4))
```

【0036】

乱数 (random (1)) の値は、その種となる「seed\_\_random (f (X, Y))」により一意に決まる。「seed\_\_random (f (X, Y))」は、X、Y座標値に依存する関数であり、X、Y座標値が決まると一意にその値が決まる。そのために、乱数 (random (1)) は、X、Y座標値にのみ依存した値となり、X、Y座標値が決まるとその値が一意に決まることになる。

乱数を発生させるための第2の形態は、X、Y座標値の各々について、それぞれ異なる2種類の乱数発生関数、すなわち同じ種 (seed) を入力しても異なる乱数を発生させる形態である。

第1の形態同様、点Q0のX、Y座標値を種とした場合、以下のように表される。

```
f (seed__random_1 (XQ0), seed__random_2 (YQ0))
randomA (1)
```

seed\_\_random\_1、seed\_\_random\_2は、それぞれ乱数発生

関数であり、「randomA(1)」は、 $f(\text{seed\_random}_1(XQ0), \text{seed\_random}_2(YQ0))$ により発生する乱数を意味する。

このような形態でも、(XQ0、YQ0)が決まれば、それぞれの乱数発生関数によって、それぞれ決まった値が算出され、乱数発生部104からの出力も一意に決まる。

第1の形態では、乱数発生が1回で済む利点があるが、関数の種類によって地形がパターン化される場合がある。例えば $f(X, Y) = X * 10000 + Y$ のような関数の場合には、表現しようとする山と谷が直線的、周期的に並び、広い範囲を見たときに不自然になる場合がある。これに対し、第2の形態では、関連の無い2種類の乱数発生関数を使ってそれぞれX、Y座標値を種(seed)から乱数を発生させているのでX、Y座標値によって、上記のようなパターンが生じることがなくなり、不自然さを確実に回避することができる。

なお、第2の形態における乱数発生関数は、必ずしも2種類のものに限定されない。

#### 【0037】

その後、座標決定部105において、中点分割により得られた中点Q0～Q4のX、Y、Z座標値と、乱数発生部104で発生した乱数とから、新たな形状特定点P4～P8のX、Y、Z座標値を決定し(ステップS111)、図形データ生成部106で、先に生成した図形データを更新する(ステップS112)。

形状特定点P4～P8のX、Y座標値は、中点Q0～Q4のX、Y座標値をそのまま用いることができる。

このX、Y座標値は、第1の形態で乱数を発生させた場合は以下ようになる。

#### 【0038】

P4のX座標値： $XP4 = (XP0 + XP1) / 2$

同 Y座標値： $YP4 = (YP0 + YP1) / 2$

P5のX座標値： $XP5 = (XP1 + XP2) / 2$

同 Y座標値： $YP5 = (YP1 + YP2) / 2$

P6のX座標値： $XP6 = (XP2 + XP3) / 2$

同 Y座標値:  $YP6 = (YP2 + YP3) / 2$

P 7 の X座標値:  $XP7 = (XP3 + XP0) / 2$

同 Y座標値:  $YP7 = (YP3 + YP0) / 2$

P 8 の X座標値:  $XP8 = (XP0 + XP1 + XP2 + XP3) / 4$

同 Y座標値:  $YP8 = (YP0 + YP1 + YP2 + YP3) / 4$

【 0 0 3 9 】

形状特定点 P 4 ~ P 8 の Z 座標値は、中点 Q 0 ~ Q 4 の Z 座標値及び乱数から、以下のようにして求められる。

P 4 の Z 座標値:  $ZP4 = (ZP0 + ZP1) / 2 + \text{random}(1)$

P 5 の Z 座標値:  $ZP5 = (ZP1 + ZP2) / 2 + \text{random}(1)$

P 6 の Z 座標値:  $ZP6 = (ZP2 + ZP3) / 2 + \text{random}(1)$

P 7 の Z 座標値:  $ZP7 = (ZP3 + ZP0) / 2 + \text{random}(1)$

P 8 の Z 座標値:  $ZP8 = (ZP0 + ZP1 + ZP2 + ZP3) / 4 + \text{random}(1)$

一方、第 2 の形態で乱数を発生させた場合の形状特定点 P 4 ~ P 8 の Z 座標値は、以下ようになる。

P 4 の Z 座標値:  $ZP4 = (ZP0 + ZP1) / 2 + \text{randomA}(1)$

P 5 の Z 座標値:  $ZP5 = (ZP1 + ZP2) / 2 + \text{randomA}(1)$

P 6 の Z 座標値:  $ZP6 = (ZP2 + ZP3) / 2 + \text{randomA}(1)$

P 7 の Z 座標値:  $ZP7 = (ZP3 + ZP0) / 2 + \text{randomA}(1)$

P 8 の Z 座標値:  $ZP8 = (ZP0 + ZP1 + ZP2 + ZP3) / 4 + \text{randomA}(1)$

【 0 0 4 0 】

図 5 は、このようにして生成された新たな形状特定点 P 4 ~ P 8 と当初の形状特定点 P 0 ~ P 3 とから特定される 3 次元フラクタル図形のイメージ図である。新たな形状特定点 P 4 ~ P 8 は、図 5 において “×” で示されている。

【 0 0 4 1 】

図 5 のような図形をさらに細分化する場合は、ステップ S 1 0 9 以降の処理を再度行う (ステップ S 1 1 3 : No) 。細分化するかどうかは、例えば操作装置 2

3 から更なる細分化の指示を受け付けたかどうか、あるいは確定指示を受け付けたかどうかで判定する。

いずれにしても、細分化する場合、先に算定した形状特定点 P 4 ~ P 8 の X、Y、Z 座標値は形状特定点記憶部 1 0 1 に記憶され、先の説明における形状特定点 P 0 ~ P 3 と同様に扱われる。つまり、形状特定点 P 0 ~ P 8 を形状特定点 P 0 ~ P 3 と同様に扱って中点分割部 1 0 3 によるステップ S 1 0 3 の処理を行う。

#### 【 0 0 4 2 】

さらなる細分化は、すべての形状特定点 P 0 ~ P 3 から特定されるすべての四角形部分について行ってもよく、一部の四角形部分についてのみ行ってもよい。

以下、一部の四角形部分についての細分化、すなわち図 5 の形状特定点 P 0、P 4、P 8、P 7 から特定される四角形部分についての細分化を行う場合の例を挙げる。

まず、形状特定点 P 0、P 4、P 8、P 7 の X、Y、Z 座標値から、XY 平面に射影したときに形状特定点 P 0、P 4、P 8、P 7 により形成される四角形の各辺の中点 R 0 ~ R 3 の X、Y、Z 座標値及び四角形の対向する辺の中点を結ぶ仮想線の中点 R 4 を算定する。これらの中点 R 0 ~ R 4 は、図 5 において “□” で示されている。

中点 R 0 の X 座標値 X R 0、Y 座標値 Y R 0、Z 座標値 Z R 0 は、以下のようなになる。

$$X R 0 = (X P 0 + X P 4) / 2$$

$$Y R 0 = (Y P 0 + Y P 4) / 2$$

$$Z R 0 = (Z P 0 + Z P 4) / 2$$

中点 R 1、R 2、R 3 の X 座標値、Y 座標値、Z 座標値についても、同様の要領で算定される。因みに中点 R 4 の X 座標値 X R 4、Y 座標値 Y R 4、Z 座標値 Z R 4 は、以下のようなになる。

$$X R 4 = (X P 0 + X P 4 + X P 8 + X P 7) / 4$$

$$Y R 4 = (Y P 0 + Y P 4 + Y P 8 + Y P 7) / 4$$

$$Z R 4 = (Z P 0 + Z P 4 + Z P 8 + Z P 7) / 4$$



## 【0043】

このうち、X、Y座標値は、乱数発生部104に送られる。

乱数発生部104では、再び乱数を発生させる。乱数の種には、中点R0～R4の各々のX、Y座標値を用いる。例えば、中点R0による乱数の種は、「seed\_random(f(XR0、YR0))」となる。また、乱数の発生する数値範囲は、先程とは異なったものとする。例えば前出のZ座標値の標準偏差 $\sigma$ の $1/2$ にする。このようにして発生する乱数を、「random( $1/2$ )」と記す。

## 【0044】

座標決定部105では、中点分割により得られた中点R0～R4の座標値と、乱数発生部104で発生させた乱数とから新たな形状特定点のX、Y、Z座標値を決定する。この処理は、先程と同様に行う。このようにして、図6において“ $\Delta$ ”で示される新たな形状特定点P9、PA、PB、PC、PDのX、Y、Z座標値が決定され、図形データが再度更新される。また、形状特定点P9、PA、PB、PC、PDのX、Y、Z座標値が形状特定点記憶部101に記憶される。

## 【0045】

形状特定点P4、P1、P5、P8から特定される四角形部分、形状特定点P8、P5、P2、P6から特定される四角形部分、形状特定点P7、P8、P6、P3から特定される四角形部分の細分化を行う場合も、同様の要領でX、Y、Z座標値を算定することができる。

## 【0046】

細分化に際しては、これを繰り返す度に、乱数発生部104で発生する乱数の発生する数値範囲を、 $1/2$ ずつ狭くしていく。これにより、得られる3次元フラクタル図形がより自然な図形となる。

## 【0047】

ステップS108において形状を細分化しないと判定した場合（ステップS109：No）あるいは細分化を終了する場合は（ステップS113：Yes）、ワークメモリに保存されている図形データをGPU31の描画制御部311に送出して、図形データの生成処理を終える。

描画制御部 3 1 1 は、この図形データに基づいてフレームメモリ 3 2 への描画処理を行う。描画されたデータは C R T C 3 3 を通じてディスプレイに送出される。これにより、ディスプレイに 3 次元フラクタル図形が表示される。

#### 【 0 0 4 8 】

このように、本実施形態では、形状特定点の X、Y 座標値を乱数の種に用いて乱数を発生させ、この乱数によって当該形状特定点の Z 座標値を算定するようにしたので、Z 座標値は X、Y 座標値に依存し、その値が X、Y 座標値によって一意に決まる。そのため、その形状特定点を含んで形成される 3 次元フラクタル図形を何度描画しても、また、他の 3 次元フラクタル図形の描画後に描画しても、常にほぼ同じ形状のものを得ることができる。

#### 【 0 0 4 9 】

このことを、従来の課題との関係で説明する。

図 7 は、ディスプレイの 1 画面で 1 ブロックしか表示できない 4 つのブロック A ～ D から構成される画像内に、それぞれ 3 次元フラクタル図形があり、ゲームにおいて登場するキャラクタ M が、この画像内のブロック間を動き回る場合を想定する。

キャラクタ M が隣のブロックに移動すると、表示されている画像が切り替わり、3 次元フラクタル図形もその都度新たに生成される。

3 次元フラクタル図形を特定するための個々の形状特定点の高さ（Z 座標値）は乱数によって決定されるが、従来手法では、この乱数の種として、直前の形状特定点の高さを決定する際に発生させた乱数を用いていた。そのため、ブロックが切り替わるときに、3 次元フラクタル図形同士のつなぎ目部分 a 1 が一致せず、不自然な表示態様になることがあった。

また、キャラクタ M が、ブロック A → ブロック D → ブロック C → ブロック B からなる第 1 経路 R 1 を経て目標点 a 2 に到達する場合と、ブロック A → ブロック B からなる第 2 経路 R 2 で同じ目標点 a 2 に到達する場合とで、その目標点 a 2 の高さが異なる場合があり、この場合も不自然な表示態様になることがあった。

この実施形態の図形生成装置では、このように複数のブロックから構成される画像内に 3 次元フラクタル図形があり、それらが逐次切り替わる場合であっても

、個々の形状特定点のX、Y座標値から一意に定まる乱数によってその形状特定点のZ座標値が決まるので、各ブロックの境界部分で3次元フラクタル図形のつなぎ目a 1が不一致になることがなく、また、キャラクタMが異なる経路を経てブロックAからブロックBの目標点a 2に到達する場合であっても、その目標点a 2の高さが異なることがなくなる。

#### 【0050】

なお、この実施形態では、各形状特定点を中点分割して中点のX、Y、Z座標値を求め、そのうちX、Y座標値を種として乱数を発生させ、その乱数に基づいてその中点のZ座標値を決定し、X、Y、Z座標値が定まった中点を新たな形状特定点とする場合の例を示したが、新たな形状特定点の生成は、必ずしも中点によらなくともよく、形状特定点間の任意の点を用いてそれを行うようにしてもよい。また、中点又は任意の点については、X、Y座標値のみを算定し、これをそのまま乱数の種として用いるようにしてもよい。

また、この実施形態では、コンピュータグラフィクスによって図形を描画することを前提としたために3次元フラクタル図形を例に挙げたが、本発明の手法は、フラクタル図形以外の他の3次元図形についても同様に適用が可能なものである。

#### <変形例>

本発明は、2次元図形の場合であっても同様に適用が可能である。以下、この場合の実施の形態を説明する。

図形生成装置としては、図1に示した情報処理装置1にコンピュータプログラムを読み込ませることによって形成される図2の機能のものをそのまま用いることができる。

ここでは、図8に示される5つの形状特定点P 2 0～P 2 4によって特定される2次元図形を細分化する場合の例を挙げる。この場合の図形データの生成手順は、以下のようになる。

#### 【0051】

まず、形状特定点記憶部101から、5つの形状特定点P 2 0～P 2 4のX、Y座標値を読み込み、これらの形状特定点P 2 0～P 2 4をX軸上に射影したと

きに隣接する位置にある形状特定点間の midpoint の X、Y 座標値を midpoint 分割部 1 0 3 により求める。

次に、求めた midpoint の X 座標値を乱数の種として、乱数発生部 1 0 4 で乱数を発生させ、この発生した乱数によって midpoint の Y 座標値を確定する。この確定した Y 座標と乱数を発生させる際に乱数の種となった X 座標値とから定まる点を新たな形状特定点とし、これらのすべての形状特定点の座標値を含んで、2 次元図形についての図形データを生成する。

図 9 における P 2 5 ~ P 2 8 が、細分化によって得られた新たな形状特定点である。このようにして新たな形状特定点 P 2 5 ~ P 2 8 を生成していくことにより、その形状が滑らかで、より自然な形状になっている 2 次元図形についての図形データを再現性よく生成することができる。

#### 【 0 0 5 2 】

なお、形状特定点については、X、Y 座標値を読み込むことなく、X 座標値のみを読み込み、あるいは X 座標値を算定して、これを乱数の種としてもよいことは、3 次元図形の場合と同様である。また、必ずしも midpoint によらず、既にある形状特定点間の任意の点の X 座標を乱数の種として当該点の Y 座標値を算定し、これによって X、Y 座標値が定まった点を新たな形状特定点としてもよい。

#### 【 0 0 5 3 】

なお、本実施形態では、操作装置 2 3 からの指示を外部指示として 2 次元又は 3 次元の図形を細分化していく要領について説明したが、外部指示は、コンピュータプログラムからの指示であってもよい。また、ディスプレイに図形を表示するときの解像度（拡大率）に応じて細分化するかどうかを自動的に判定するようにしてもよい。この場合は、解像度に対する図形の詳細度（どの倍率表示ではどの位細分化する必要があるかどうか）を定めたテーブルを CPU 1 0 内に別途用意しておくようにすると、図形データ生成の処理が迅速になって好ましい。

また、以上説明した図形生成装置の中心をなす各機能ブロックは、家庭用の汎用コンピュータ装置などに、本発明にかかる記録媒体に記録されたコンピュータプログラムをインストールし、これをその汎用コンピュータ装置の CPU に読み込ませて実行させることによって実現することも可能である。

【 0 0 5 4 】

【発明の効果】

以上の説明から明らかなように、本発明によれば、複数の形状特定点のうち少なくとも一部の形状特定点の位置が、既定の座標値と可変の座標値とによって表される場合に、いずれかの形状特定点における既定の座標値を種 (seed) として乱数を発生させ、この乱数に基づいて可変の座標値を算定することで当該形状特定点の位置を決定するようにしたので、可変の座標値が既定の座標値に依存してのみ決まり、乱数によって図形の形状を決定する際の不自然さを回避することができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明が適用される情報処理装置の内部構成図。

【図 2】

この実施形態による図形生成装置の機能構成図。

【図 3】

この実施形態による図形データを生成する手順を示したフローチャート。

【図 4】

3 次元フラクタル図形のイメージを示した説明図。

【図 5】

細分化される 3 次元フラクタル図形のイメージを示した説明図。

【図 6】

より細分化される 3 次元フラクタル図形のイメージを示した説明図。

【図 7】

本実施形態による効果を発明の課題との関係で示した説明図。

【図 8】

2 次元図形の例を示した説明図。

【図 9】

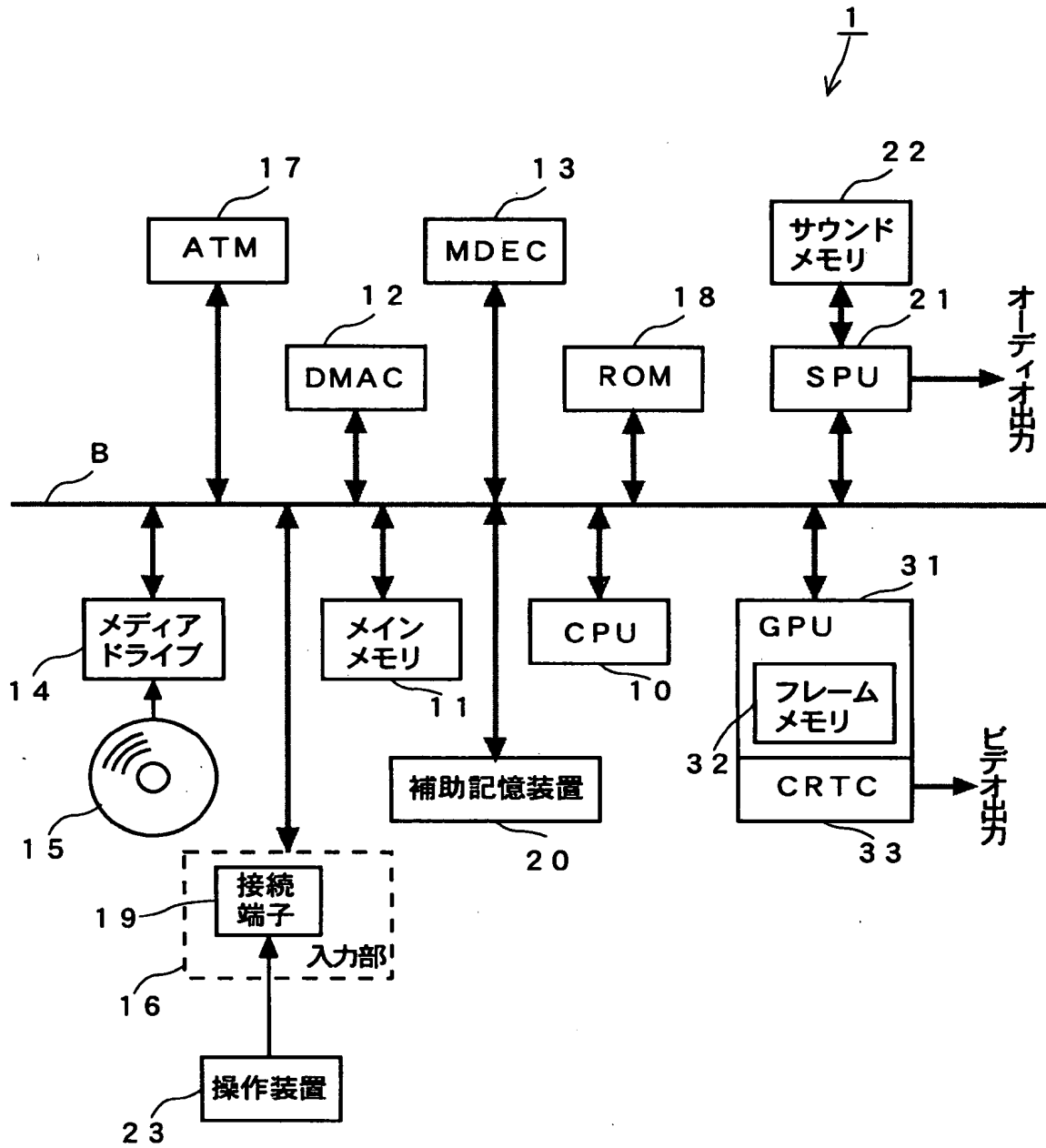
細分化される 2 次元図形のイメージを示した説明図。

【符号の説明】

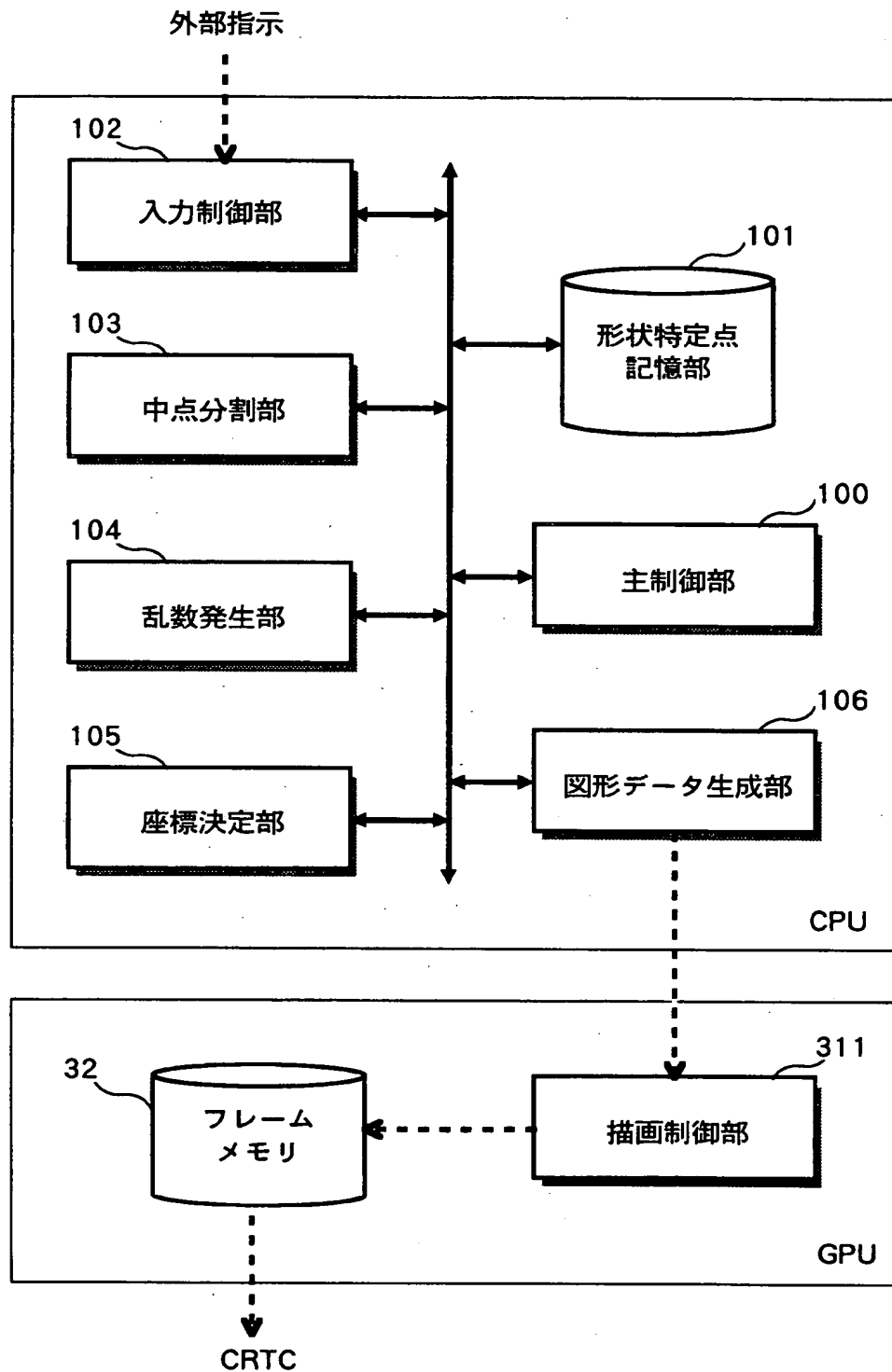
1 0     C P U  
3 1     G P U  
1 0 1   形状特定点記憶部  
1 0 2   入力制御部  
1 0 3   中点分割部  
1 0 4   乱数発生部  
1 0 5   座標決定部  
1 0 6   図形データ生成部  
3 1 1   描画制御部

【書類名】 図面

【図 1】

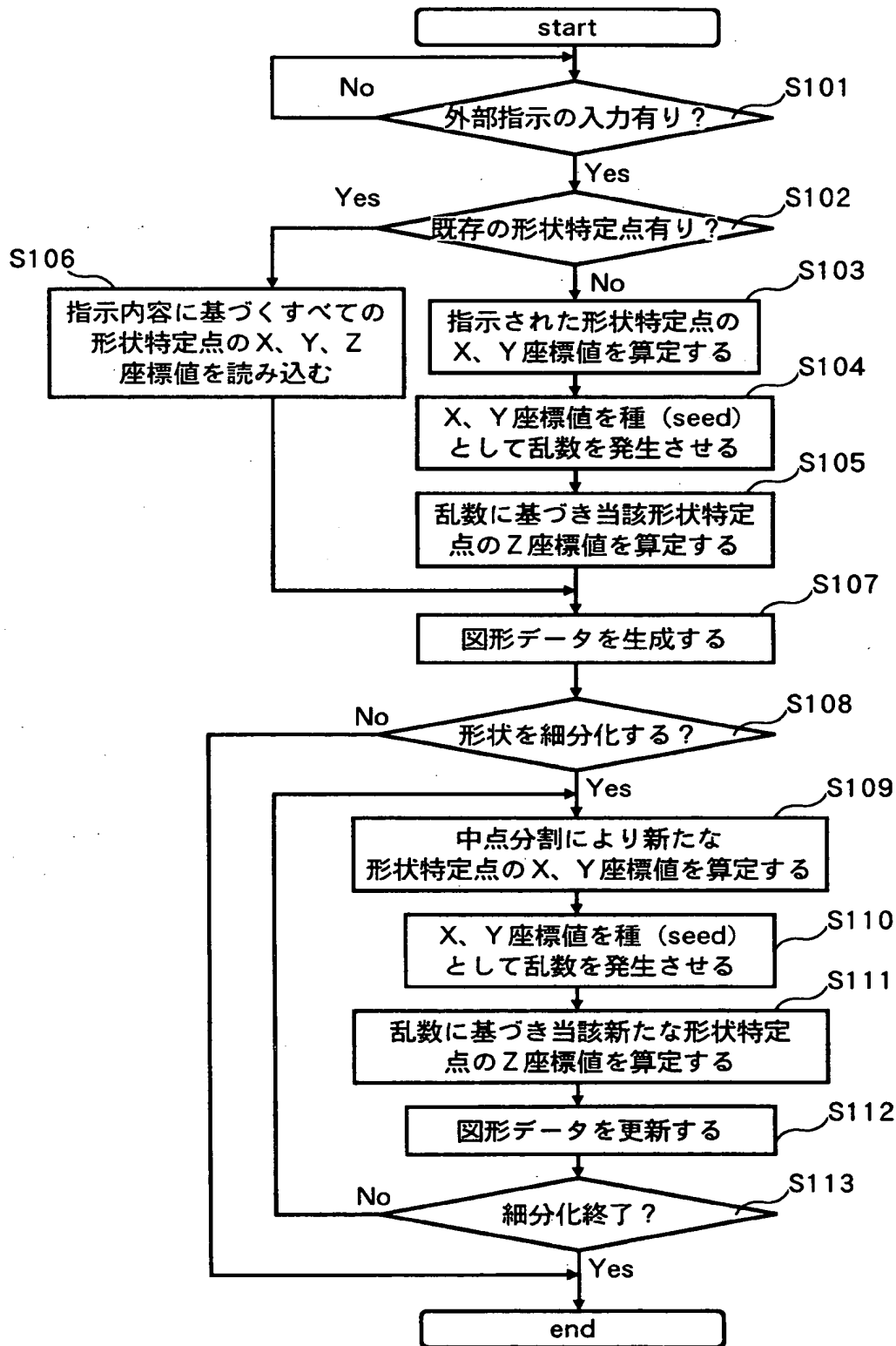


【図 2】

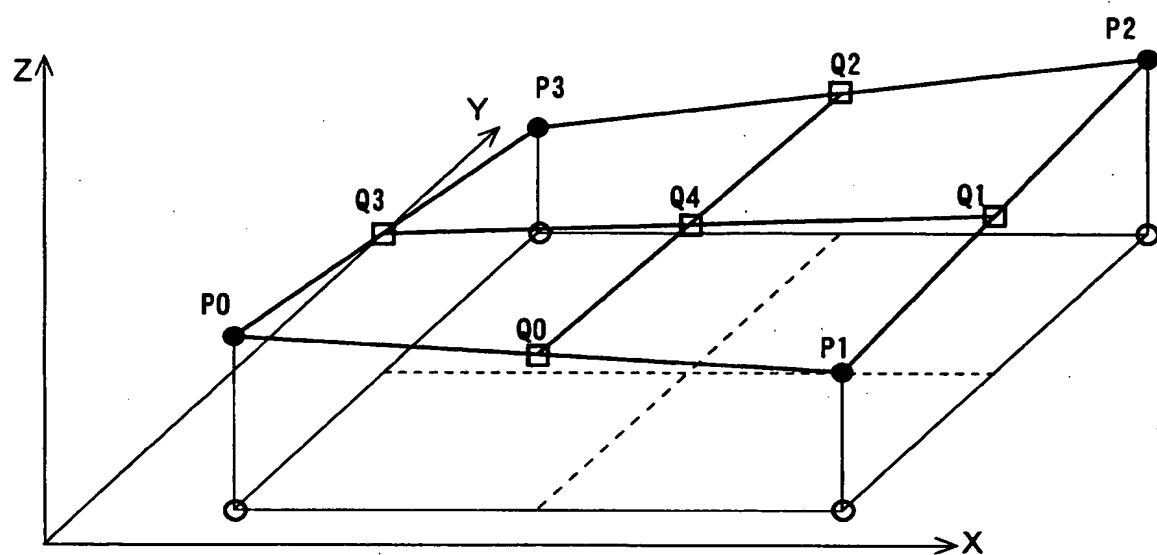




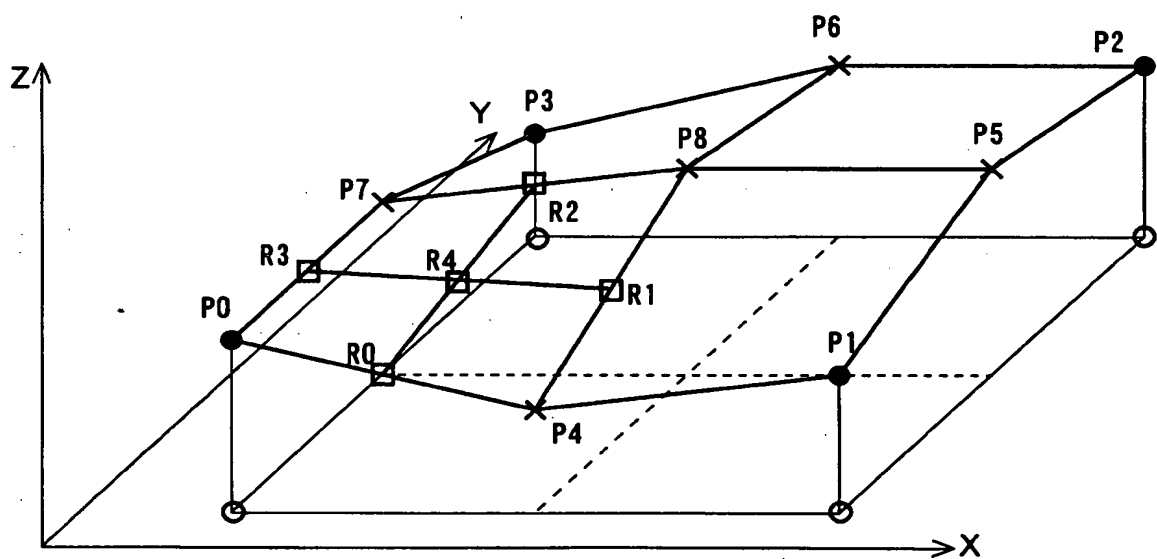
【図 3】



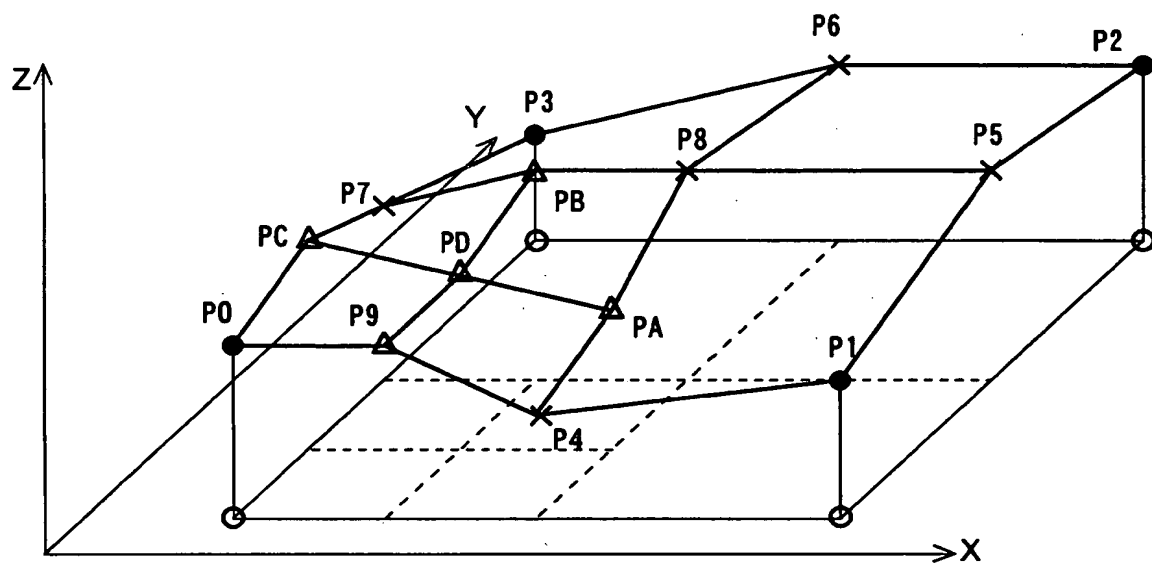
【図 4】



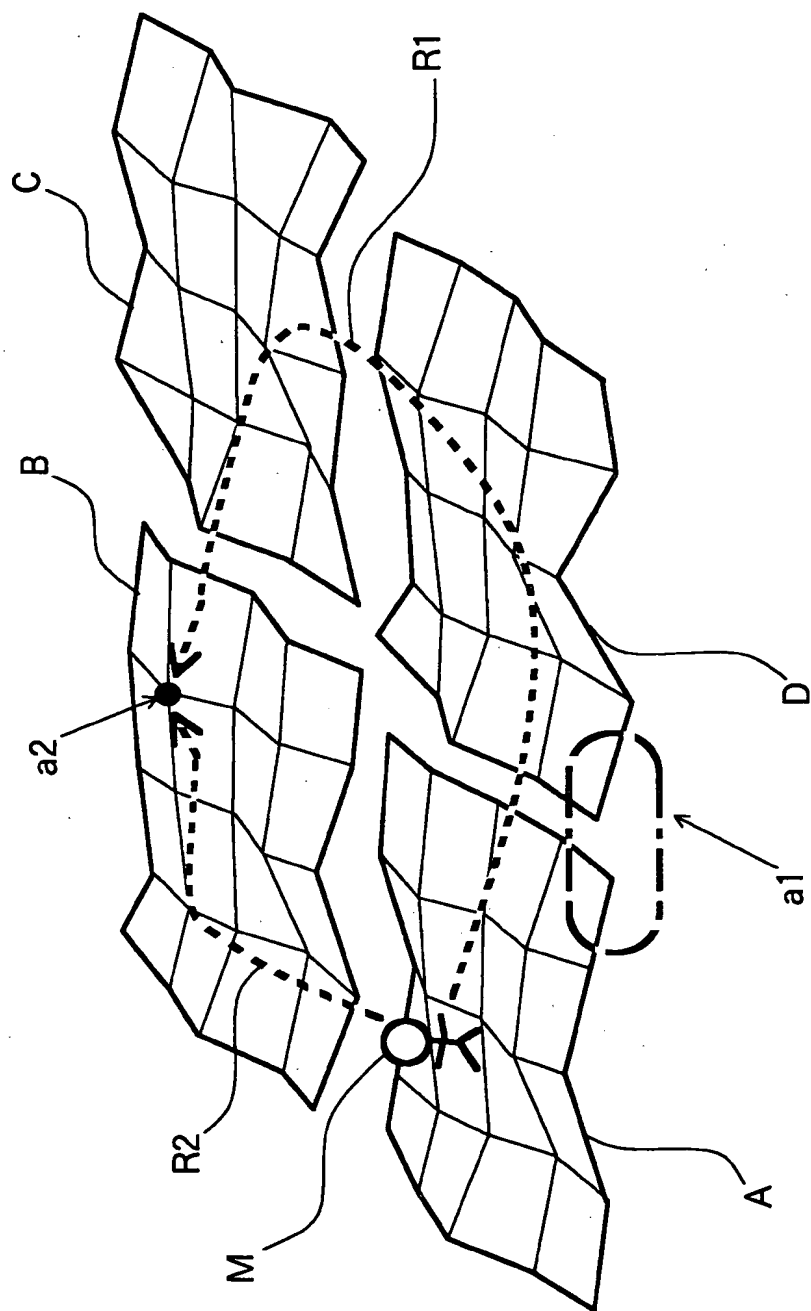
【図 5】



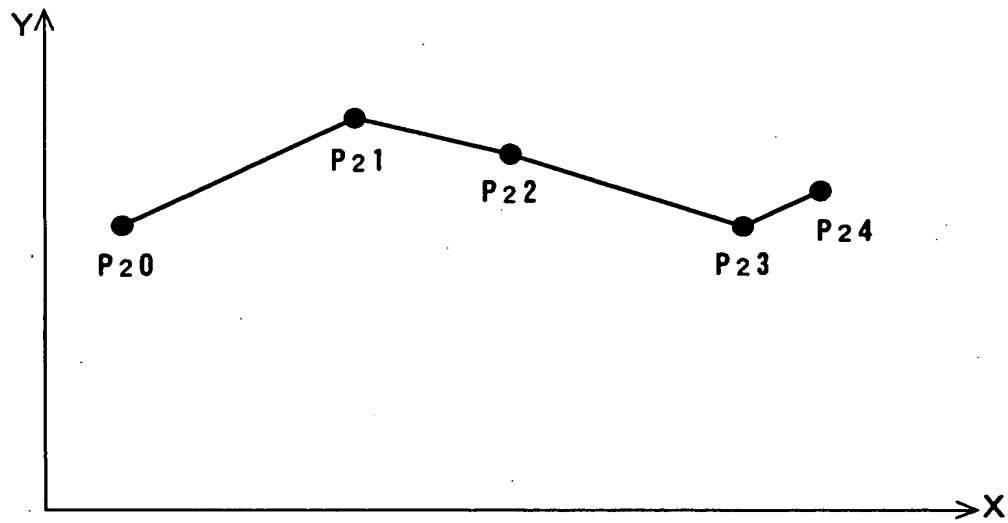
【図 6】



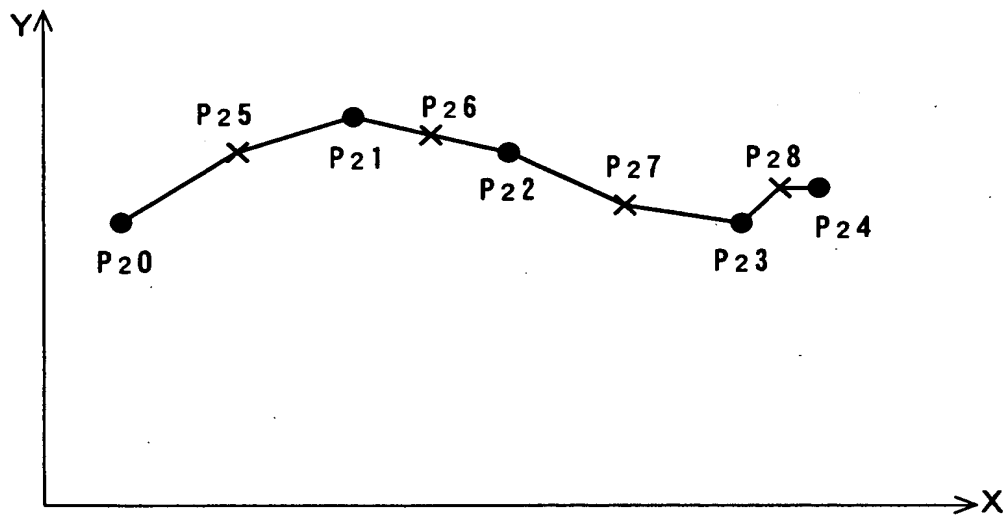
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 乱数を用いた図形の形状を決定する場合でも、その形状が一定になるような図形データの生成方法を提供する。

【解決手段】 X、Y、Z座標値に基づいて3次元図形の形状特徴を表す図形データを生成する装置において実行される方法であって、対象となる3次元図形の2次元形状を特定するための複数の形状特定点の各々のX、Y座標値を乱数の種として乱数を発生させ（S104）、発生した乱数に基づいて当該形状特定点のZ座標値を算定し（S105）、算定したZ座標値と当該形状特定点のX、Y座標値とに基づいて上記の図形データを生成する（S107）。

【選択図】 図3

特 2001-246092

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [395015319]

1. 変更年月日 1997年 3月31日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都港区赤坂7-1-1

氏 名 株式会社ソニー・コンピュータエンタテインメント